

Internet conplc, posible solución a la falta de cobertura en zonas rurales, caso de estudio la Comunidad de Cochasquí

Internet with PLC, possible solution to the lack of coverage in rural areas, study case Cochasquí Comunity

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7726414>

AUTORES: Elva Gioconda Lara Guijarro^{1*}

Flavio Aníbal Corella Guerra²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: elva.lara@iti.edu.ec

Fecha de recepción: 01 / 09 / 2022

Fecha de aceptación: 21 / 11 / 2022

RESUMEN

El presente artículo trata sobre la posibilidad de utilizar el tendido eléctrico para proveer de acceso a internet a comunidades rurales, específicamente en la comunidad de Cochasquí, cercana a Quito. Se realizaron encuestas y entrevistas a los pobladores para determinar el uso y grado de satisfacción con el servicio de internet que tienen en la actualidad. Se realizaron pruebas de velocidad de internet utilizando dispositivos PLC, variando los parámetros de conexión, para determinar la configuración idónea de los dispositivos. Además, se realizó una prueba de velocidad del acceso Wi Fi, para comparar el desempeño de este tipo de enlace. Se encontró que los dispositivos PLC tienen mejor desempeño cuando no hay derivaciones eléctricas, ni elementos de protección entre ellos, es decir cuando la tensión con la que llega la energía eléctrica es baja o media. Así mismo, se encontró que la velocidad de acceso a

¹Magister en Tecnologías de la Información, Ph.D. (c). Coordinadora de la Carrera de Redes y Telecomunicaciones del Tecnológico Internacional Universitario, elva.lara@iti.edu.ec. Código ORCID: 0000-0003-4192-7454.

²Magister en Informática. Docente de la Carrera de Redes y Telecomunicaciones del Tecnológico Internacional Universitario, flavio.corella@iti.edu.ec. Código ORCID: 0000-0002-3091-2217.

internet de los dispositivos PLC, en la configuración de mejor desempeño, es mayor que la del enlace Wi Fi, lo que sugiere pensar en esta tecnología, como una alternativa viable para proveer de acceso a Internet a las comunidades alejadas de los centros urbanos, en este caso de estudio la comunidad de Cochasqui.

Palabras clave: Redes eléctricas, telecomunicaciones, Cochasquí, Internet.

ABSTRACT

This article deals with the possibility of using power lines to provide internet access to rural communities, specifically in the community of Cochasquí, near Quito. Surveys and interviews were conducted with the residents to determine the use and degree of satisfaction with the internet service they currently have. Internet speed tests were carried out using PLC devices, varying the connection parameters, to determine the ideal configuration of the devices. In addition, a Wi-Fi access speed test was carried out to compare the performance of this type of link. It was found that PLC devices have better performance when there are no electrical bypasses or protection elements between them, that is, when the voltage with which the electrical energy arrives is low or medium. Likewise, it was found that the Internet access speed of the PLC devices, in the best performance configuration, is greater than that of the Wi Fi link, which suggests thinking of this technology as a viable alternative to provide access to Internet to communities far from urban centers, in this case study the community of Cochasqui.

Keywords: Electrical network, telecommunications, Cochasqui, Internet.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en zonas urbanas, Internet es una tecnología que está presente en todo momento y lugar, permitiendo a la sociedad aprovechar las oportunidades que ofrece (Calle Peláez & Rivera Loja, 2015). Sin embargo, en zonas rurales, el costo de instalación de la infraestructura de internet, por medios tradicionales es elevado, lo que aumenta el precio del servicio al cliente final, si a esto se le añade la realidad económica de la población rural, se tiene que este sector de la sociedad está desatendido en un aspecto que en los centros urbanos lo tiene solucionado (CEPAL, 2021; IICA, 2020; Veglia, 2018).

Según varios autores la tecnología Power Line Communications (PLC) utiliza el tendido eléctrico como medio de transmisión de datos, por lo cual no es necesario instalar una infraestructura de comunicación adicional (Lechtaler et al., 2017; Lozano Rios, 2021; Merkulov & Shuvalov, 2019). Además, como el servicio de energía eléctrica abarca a todo el país, se podría llevar el internet a cualquier hogar que disponga de servicio eléctrico (Khowaja et al., 2019; Peláez Aucay & Jiménez Guamán, 2018).

El presente trabajo estudia el caso particular de la Comunidad Cochasquí, población ubicada a 50Km de la ciudad de Quito, en el Cantón Pedro Moncayo de la provincia de Pichincha. Tiene una superficie de 84 hectáreas, según el Censo del 2010 tiene una población de 18208 habitantes (Prieto, 2011).

Según estudios de varios autores, el servicio de internet, se provee mediante redes de cableado estructurado, fibra óptica, XDSL, o enlace satelital (Espectro radioeléctrico, Wi Max). En las zonas urbanas el medio más utilizado es mediante redes GPON (combinando cobre con fibra, o sólo fibra), la tecnología XDSL utiliza la red telefónica tradicional y está en franco retroceso, la telefonía celular y el internet están desplazando a la telefonía tradicional, a tal punto que los abonados están devolviendo las líneas telefónicas as CNT (Hernández, 2010, 2010; Pérez Romero, 2015).

Dentro de las zonas urbanas, existe la infraestructura necesaria para desplegar las redes GPON, o instalar infraestructura de radiofrecuencia, a más de que los costos operativos para tales despliegues son bajos, tiene proveedores de internet que abaratan los precios por la competencia que existen entre ellos (Peláez & Tatiana, 2015). En la siguiente tabla se puede ver los operadores de banda ancha que trabajan a nivel país.

Operadores	Propietario	Tecnología	% de mercado
CNT	Estado del Ecuador	xDSL	31,3
CLARO	América Móvil	HFC	12,1
ETAPA TELECOM	Etapa	xDSL	3,1
OTROS			53,5

Tabla 1. Operadores de banda ancha del Ecuador

Fuente: Tomado de Panorama de Mercado-Ecuador. (Gutierrez, 2020)

En las zonas rurales, sin embargo, la situación cambia drásticamente. Desplegar una red GPON a lugares apartados de los centros urbanos requiere una inversión mucho más alta que en los centros urbanos (Lechtaler et al., 2017; Lozano Rios, 2021; NOVA, 2019). De la misma manera, si se intenta utilizar propagación electromagnética para dar cobertura de internet a esas zonas, se requieren permisos de uso del espectro radioeléctrico por parte de la autoridad competente, a más de la infraestructura física que brinde soporte físico a este modo de propagación (ARCOTEL, 2016, 2020).

Hay varios proveedores de internet (ISP) que son ONNET/OFFNET, Netflash, Alfabet, Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), Saturno TV, entre otras (Compras Públicas, 2022). Se ve pues que el despliegue de una red de datos, por medios tradicionales, a zonas rurales tiene costos elevados (Lozano Rios, 2021).

Por otro lado, la cobertura de servicio eléctrico llega a los lugares más alejados del país, es decir ya hay una infraestructura física que está instalada y alcanza sin problemas a las zonas rurales. Es pues pertinente analizar la pertinencia del tendido eléctrico como medio de propagación de una red de datos (Angulo, 2015).

La transmisión de datos mediante líneas de energía eléctrica (Power Line Communication) es muy similar en principio a la tecnología XDSL, utiliza un medio para inyectar los datos modulados en un medio que ya transporta otro tipo de energía y en el destino separa dicha señal del medio (Angulo Zavaleta, 2015; Lozano Rios, 2021). La tecnología PLC utiliza modulación OFDM con cientos de portadoras para conseguir inmunidad al medio agresivo que constituye la potencia eléctrica. Los tipos de módems PLC (cabeceras PLC) varían de acuerdo al nivel de potencia que transporta la línea eléctrica (Peláez Aucay & Jiménez Guamán, 2018; Restrepo, 2018; Selga, 2015).

En este estudio se utilizaron módems para interiores (baja tensión) D-Link WPA8630, uno configurado como maestro, conectado a la acometida del ISP, y otro configurado como auxiliar, al que se conecta el equipo al que se le quiere dotar de internet (TPLINK, 2020). El estudio se realizó en la comunidad agrícola de Cochasquí, ubicada a 50 km al norte de Quito, y cercana al complejo turístico de las “pirámides de Cochasquí”. A pesar de ser un sector turístico, o cuneta con las facilidades de la ciudad, tienen un servicio de internet que presenta falencias y que no fue suficiente para proporcionar acceso a la modalidad de estudios En Línea que se implementó a raíz de la pandemia por COVID 19 (Benalcázar et al., 2022).

METODOLOGÍA

En el presente artículo se realizó un estudio descriptivo, analítico, a nivel teórico, revisión documental y análisis de bases de datos bibliográficos, para conocer la utilización de la tecnología “Power Line Communications” y los estudios que existen a nivel nacional o de Latinoamérica en cuanto a implementación en zonas rurales de las PLC.

Se tomó como caso de estudio la Comunidad de Cochasqui, que es una zona rural cercana a la ciudad de Quito, perteneciente a la Provincia de Pichincha. También, se utilizó investigación de campo, es decir se estuvo en la comunidad tratando con los comuneros para conocer de forma real lo que sucede con el internet en esta zona, cuáles son los proveedores ISP y que tipo de cable utilizan para llegar a los usuarios finales.

Por otro lado, se realizó una entrevista al presidente de la Comunidad, al mismo que se le aplicó preguntas semiestructuradas. Por último, se utilizó una encuesta a la población. Para obtener la cantidad de encuestados se utilizó la fórmula para cálculo de la muestra (Aguilar-Barojas, 2005):

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Dónde:

N = tamaño del universo o población.

Z² = corresponde al 95% de nivel de confianza, tomado de la tabla el valor Z es de 1.96.

n = Tamaño de la muestra.

P = Probabilidad de que las respuestas sean favorables.

Q = Probabilidad de que las respuestas sean desfavorables.

e² = % de Error de la muestra, en el caso de estudio es de 5%.

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 18208}{0,05^2(18208 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0.5}$$

$$n = \frac{17486,96}{46,47}$$

$$n \approx 376 =$$

La muestra es de 376 aproximadamente.

RESULTADOS

En el estudio del presente artículo se utilizó investigación documental, para determinar lo que son los PLC, su importancia y utilización, así como para conocer si en Ecuador o en Latinoamérica se ha implementado esta tecnología, obteniendo los siguientes resultados:

Estudio	Ciudad	Año	Observación	Implementado
Estudio de la factibilidad técnica de la implementación de PLC (Power Line Communication) en la red de distribución eléctrica de Bogotá (Antonio & Bladymir, 2016)	Bogotá - Colombia	2016	Este trabajo realizó el estudio en cuanto a la regularización y estandarización de la tecnología, limitaciones, ventajas y comparativa. Además, se analizó los canales por donde se debía implementar.	NO
Diseño de una red con PLC para instituciones educativas, hogares (Antonio & Bladymir, 2016).	Guayaquil	2016	Se realizó el estudio y se concluyó que las zonas estudiadas de Guayaquil son aptas cuando tienen tendido eléctrico externo en postes.	NO
Estudio y diseño de una red de área local bajo tecnología de comunicación por red eléctrica, para el laboratorio de electricidad de la facultad de educación técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Guayaquil (Vite, 2013)	Guayaquil	2013	Se realizó el estudio de la tecnología, la forma de aplicación y las ventajas de la misma.	NO

Diseño e Implementación de una Red de Área Local con acceso a internet mediante la tecnología Power Line Communication (PLC) (Asencios et al., 2017)	Callao-Perú	2017	El proyecto es una solución al problema que tienen diferentes sectores como empresas, hogares o centros de comercio que al momento de realizar los planos de construcción no consideran puntos de accesos a internet	SI
Viabilidad socioeconómica y tecnológica para la implementación de una red de internet con tecnología PLC en un municipio sin interconexión a la red eléctrica del país (González et al., 2017).	Cundinamarca-Colombia	2017	Realizan un estudio en la red actual que tienen, tomando en cuenta que no se puede realizar ninguna modificación en el tendido eléctrico. Esta propuesta podría ser implementada por el operador de red eléctrica, un ISP o inversores públicos o privados.	NO
Tecnología PLC para transmisión de datos de internet	Zona rural del Guayas	2018	Se concluye que con la red PLC hay reducción de costos, tomando en cuenta que un tomacorriente se convierte en un punto de entrada o salida de datos	NO

Tabla 2. Estudios realizados de la tecnología PLC

Fuente: Recopilado de bases de datos

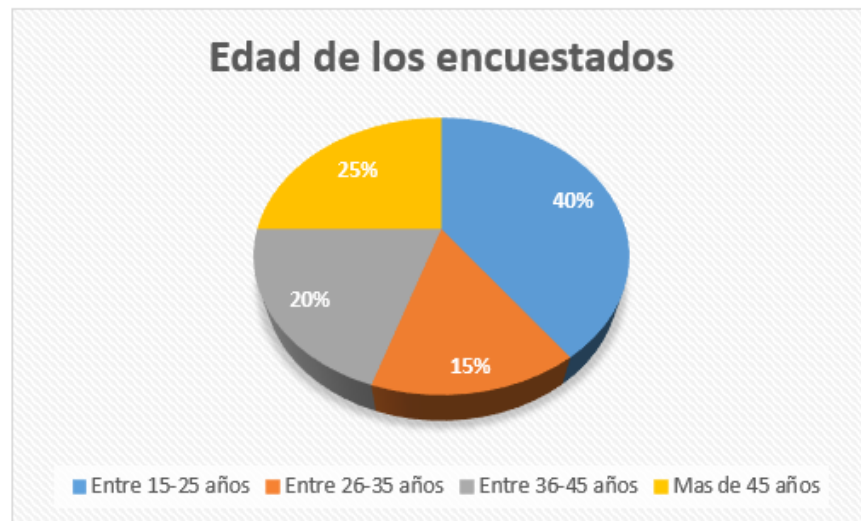
Entrevista

La entrevista se realizó de forma virtual al presidente de la comunidad. Los datos que se obtuvieron es que alrededor del 70% de los hogares en la comunidad tienen servicio de internet post pandemia. Utilizan la clásica instalación de internet (acometida conectada al router, y despliegue inalámbrico dentro del hogar), pero la calidad el servicio no es la adecuada indican el entrevistando, incluso en el momento de la entrevista se tuvo problemas

de conectividad que corrobora lo indicado. Por lo general, los inconvenientes que tienen es intermitencias en el servicio, algo que es frecuente en la comunicación inalámbrica.

Encuestas

La muestra para las encuestas salió de 376, pero se aplicó solo a 200 personas, porque trabajan en el campo y a la hora que se realizó no estaban todos. De las encuestas realizadas se tuvieron los siguientes resultados:



Pregunta 1. Edad

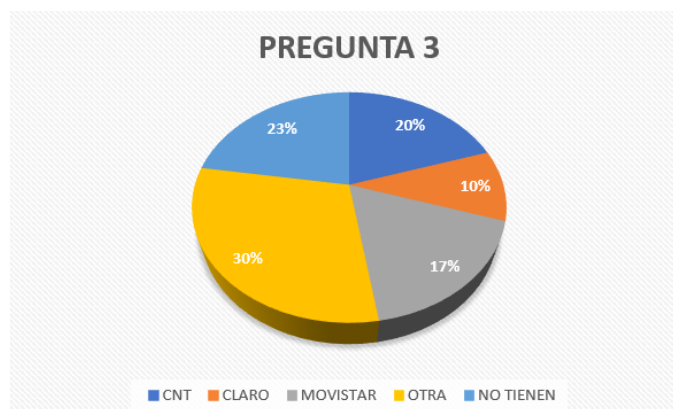
De acuerdo al gráfico se puede analizar que la mayoría de personas que asistieron fueron de entre 15-25 años, puede ser porque las personas de mayor edad se encontraban trabajando en el campo y no pudieron asistir a la reunión.



Pregunta 2. Piensa usted que el servicio de internet para su comunidad es importante en la actualidad

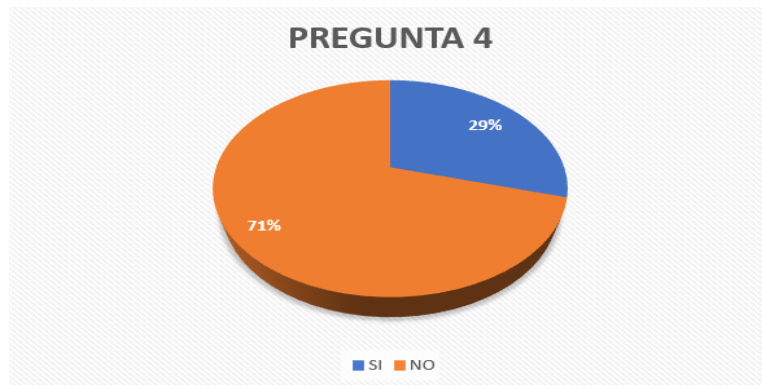


Pregunta. Como le calificaría la señal del internet que tiene en su domicilio
 Se analiza que la mayoría piensan que la señal del internet es lenta o mala, por lo que es necesario mejorar o cambiar de tecnología para que mejore la señal del internet y no tengan inconvenientes el momento que lo estén utilizando.



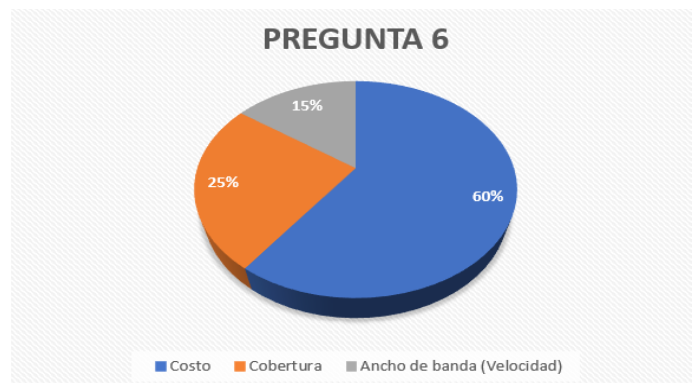
Pregunta 3. ¿Con qué proveedor de internet trabaja usted?

De acuerdo a las respuestas dadas, no utilizan los ISP que mas se usan en la zona urbana, por la ubicación que tienen prefieren utilizar otros proveedores de internet que les dan de forma satelital o fibra óptica, como pueden ser: ONNET/OFFNET, Netflash, Alfabet o Saturno TV.



Pregunta 4. En su domicilio tienen el internet con la misma velocidad en todo lugar (habitaciones, sala, comedor, patio)

Acorde a las respuestas de la pregunta 4 se puede decir que la mayoría 71% tienen el internet con diferente velocidad de acuerdo al sitio donde se encuentran en ese momento, este problema podría ser porque el Wifi tiene una antena inadecuada, o por el clima o estructura de la casa.



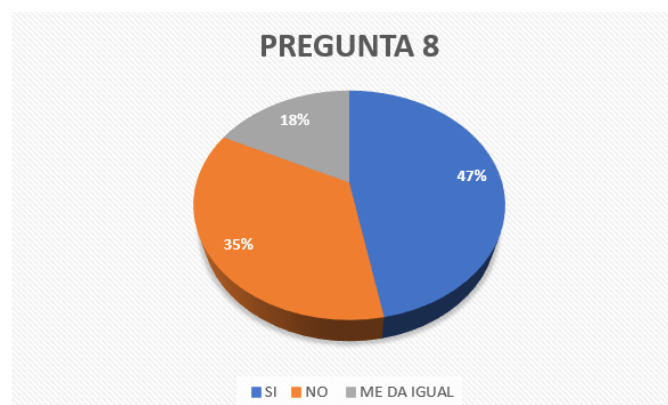
Pregunta 6. ¿Cuál piensa que sería el aspecto principal que debería mirar al momento de contratar el internet?

Mirando el gráfico se puede dar cuenta que la mayoría (60%) al momento de contratar el internet piensan en el precio mas no en la calidad, esa puede ser una razón del porque la no tienen un buen internet en la zona.



Pregunta 7. Le gustaría que el internet que tiene en su casa pueda ser accesible desde cualquier lugar de su domicilio

Se puede deducir que el 58% de la población si estarían de acuerdo en que debe mejorar el internet que utilizan



Pregunta 8: Estaría usted de acuerdo en utilizar otra tecnología para que mejore su internet y pueda tener acceso en todo lugar de su domicilio e incluso movilidad de sus equipos dentro del mismo

Se puede observar que el 47% de los usuarios estarían de acuerdo en utilizar otra tecnología para tener mejor cobertura del internet y así puedan mejorar las tareas que se encuentren realizando con la ayuda del internet.

Visita a la comunidad

Se realizaron pruebas de velocidad de internet (subida y bajada) mediante la conexión WiFi existente y mediante dispositivos PLC, al interior de la casa comunal, que se escogió como representativa para las pruebas. Las pruebas consistieron en medir las velocidades en tráfico

de subida y de bajada, con el software DU METER. Este SW proporciona velocidades instantáneas de transmisión, por lo que se realizaron varias mediciones para sacar un promedio

Las pruebas con PLC se realizaron de 3 maneras:

- a) Con la cabecera del PLC antes del medidor.
- b) Con la cabecera del PLC en el interior de la casa (desde un tomacorriente a otro).
- c) Entre la casa comunal y otra casa.
- d) Pruebas de velocidad de la red Wi Fi de la casa comunal.

El esquema general de las pruebas se aprecia en la figura 1. Se resaltan los resultados en el enlace descendente, puesto que en el uso promedio del internet es más común las acciones de descarga de archivos.

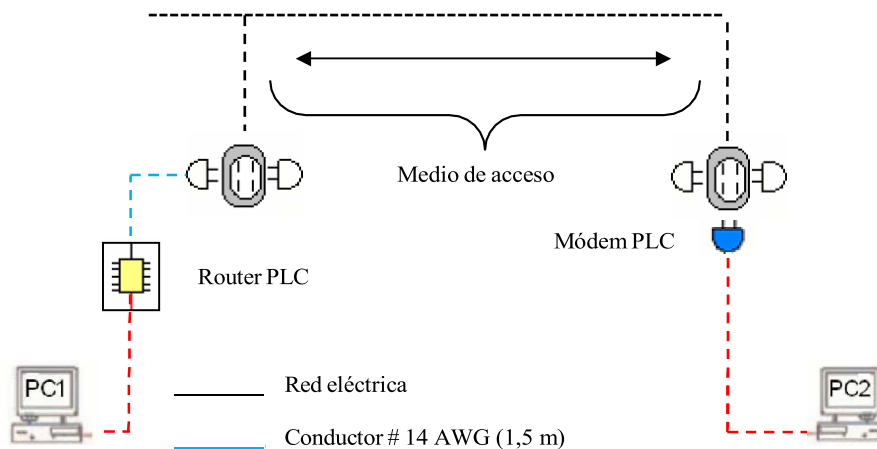


Figura 1. Red de energía eléctrica 120 V rms

Nota. Configuración general para las pruebas

Se resaltan los resultados en el enlace descendente, puesto que en el uso promedio del internet es más común las acciones de descarga de archivos. El esquema del circuito que se utilizó para la primera prueba.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

DATO	TIEMPO	DL [kB/seg]	UL [kB/seg]	DL [kbps]
1	0:01:15	620.1	12,5	5120,2

2	0:02:30	650,2	13,9	5329,6
3	0:03:15	711,6	14,7	5512,8
4	0:03:50	550,5	13,6	4404
5	0:04:04	460,9	10,7	3687,2
6	0:04:53	516,2	12	4129,6
7	0:05:13	726,6	15	5812,8
8	0:05:30	644,5	12,8	5156
9	0:05:59	638,3	12,4	5106,4
10	0:06:29	517,7	12,2	4141,6
11	0:06:58	690,2	14,1	5521,6
12	0:07:28	777,5	15,9	6220,0
PROMEDIOS		627,76	13,36	5022,07

Tabla 3. Datos obtenidos en la primera prueba

El promedio de la tasa de transferencia en el enlace descendente (DL) es de 5022,07 kbps, es decir aproximadamente 5 Mbps.

En la figura 2 se puede apreciar la misma información, pero de forma gráfica.

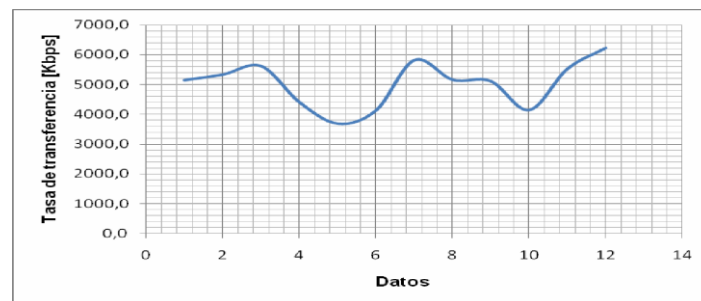


Figura 2. Cambios instantáneos en la velocidad de transmisión

La segunda prueba se realizó dentro de la casa comunal. Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 4.

DATO	TIEMPO	DL [kB/seg]	UL [kB/seg]	DL [kbps]
9	0:06:42	725,4	14,8	5803,2
10	0:07:03	728,9	15,2	5831,2
11	0:07:29	673	14	5384
12	0:07:56	703,2	14,6	5625,6
13	0:08:24	723,3	14,7	5786,4
14	0:08:55	679,4	13,9	5435,2
15	0:09:24	726,3	14,9	5810,4
16	0:09:53	668,4	13,8	5347,2
17	0:10:18	702	14,3	5616
18	0:11:06	659,8	14,7	5278,4
19	0:11:31	720,3	14,8	5762,4
20	0:11:55	621,9	14,7	4975,2
21	0:12:31	722,6	14,9	5780,8
22	0:12:55	647,9	15,1	5183,2
23	0:14:05	611	15,6	4888
	PROMEDIOS	687,56	14,67	5500,48

Tabla 4. Resultados obtenidos dentro de la casa comunal

El promedio en la tasa de transferencia DL fue de 5500,48 kbps, aproximadamente 5,5 Mbps. En la siguiente figura se puede ver la variación instantánea de la velocidad.

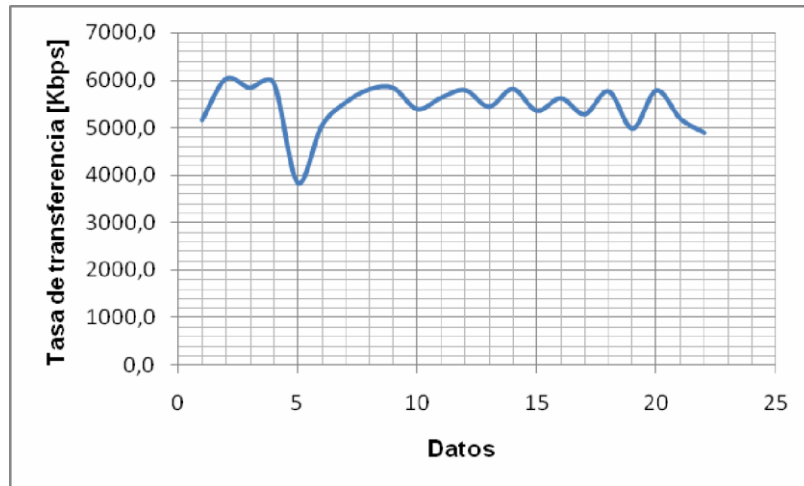


Figura 3. Variación instantánea de velocidad dentro de la casa comunal

La última prueba se realizó entre la casa comunal y otra casa, ubicada a 25m de distancia.

Los resultados de esta prueba se recogen en la tabla 5.

DATO	TIEMPO	DL [kB/seg]	UL [kB/seg]	DL [kbps]
27	0:12:24	658,3	13,5	5266,4
28	0:12:55	549,5	11,2	4396
29	0:13:24	548	11,2	4384
30	0:13:54	517,7	10,5	4141,6
31	0:14:24	475,6	9,7	3804,8
32	0:14:54	522,4	10,7	4179,2
33	0:15:24	363,4	9,2	2907,2
34	0:15:53	447,2	10,4	3577,6
35	0:16:24	494	10,2	3952
36	0:16:54	542,5	11,5	4340
37	0:17:54	556,9	11,4	4455,2
38	0:18:24	532,6	10,8	4260,8
39	0:18:54	459	11,6	3672
40	0:19:24	437,1	8,9	3496,8

41	0:20:13	412,1	12,2	3296,8
PROMEDIOS		501,09	10,87	4008,69

Tabla 5. Resultados obtenidos en la tercera prueba

El promedio de la tasa de transferencia DL fue de 4008,69 kbps, aproximadamente 4 Mbps. Las variaciones instantáneas de velocidad se muestran en la figura 4.

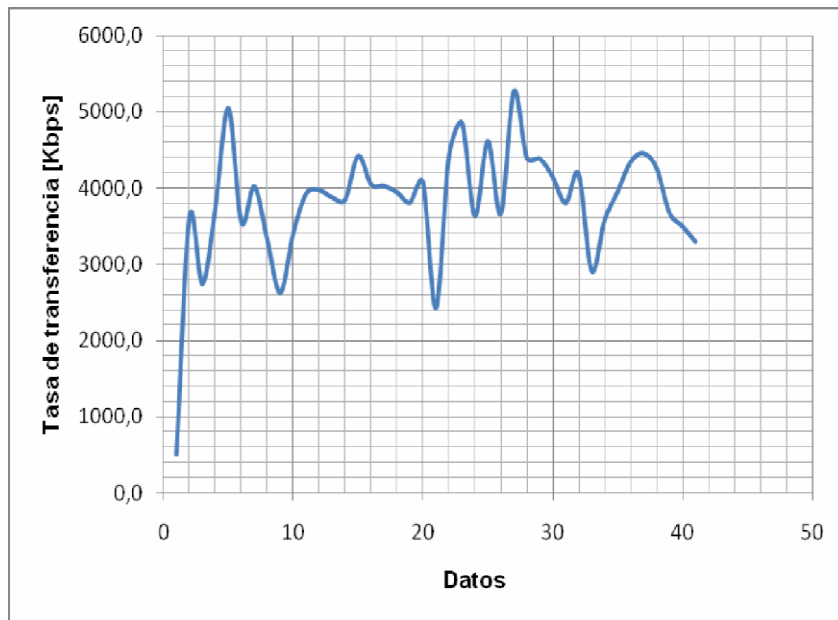


Figura 4. Variaciones instantáneas de velocidad en la prueba 3

Por último, se realizaron mediciones de velocidad en el enlace WiFi de la casa comunal, los resultados se recogen en la tabla 6.

DATO	TIEMPO	DL [kB/seg]	UL [kB/seg]	DL [kbps]
1	0:01:55	640,6	12,5	5042,2
2	0:02:42	665,2	13,2	5029,6
3	0:03:19	700,4	13,4	4402
4	0:03:49	520,5	9,7	3586,2
5	0:04:04	51,6	11	3586,2
6	0:04:53	720,6	11	4028,6

7	0:05:13	640,5	14	5712,6
8	0:05:30	640,5	12,3	505,4
9	0:05:59	635,8	12	4140,6
10	0:06:29	515,8	12,1	5520,6
11	0:06:58	685,2	13,4	6218
12	0:07:28	775,5	14,8	6220
PROMEDIOS		599,35	12,45	4499,33

Tabla 6. Resultados de las pruebas de velocidad en la red WiFi de la casa comunal

Se procede ahora a comparar los resultados obtenidos, enfocando el enlace de bajada.

El resumen de los promedios obtenidos se recoge en la tabla 7.

PRUEBA	VELOCIDAD en kbps
PRUEBA A	5022,07
PRUEBA B	5500,48
PRUEBA C	4008,69
WiFi	4499,33

De manera gráfica, estos resultados se muestran en la figura 8.

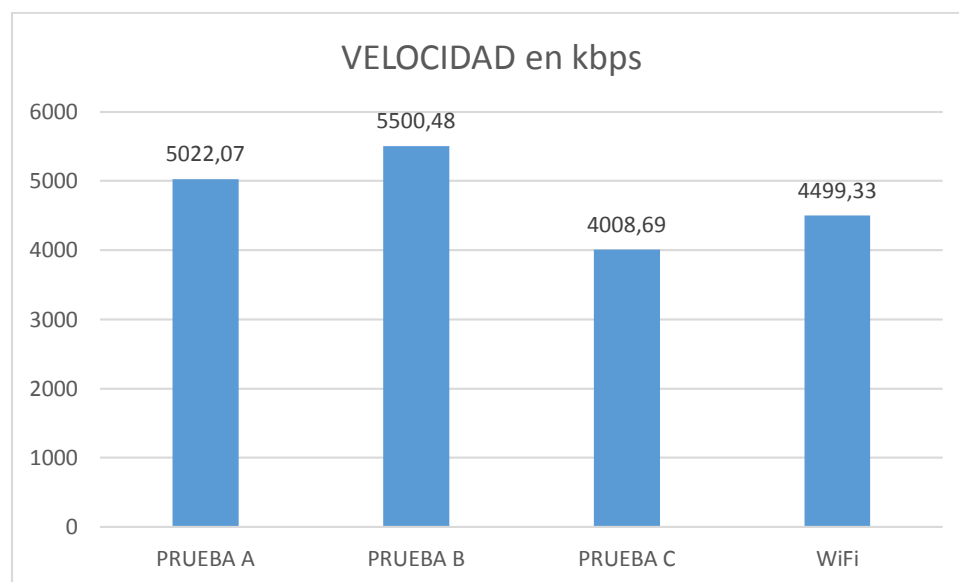


Figura 5. Comparación de los promedios obtenidos en las diferentes pruebas

DISCUSIÓN

Del análisis de las mediciones realizadas se observa que el cuadro de protección y mando (caja de breakers), influye negativamente en la velocidad de comunicación del sistema PLC. Las velocidades de descarga más altas se obtuvieron en la prueba b, es decir, dentro de la casa comunal y, obviamente, después de la caja de breakers.

En la tercera tabla se obtuvieron resultados que ponen de manifiesto que las derivaciones eléctricas (circuitos adicionales que se desprenden del circuito principal) tienen un notorio efecto negativo en la eficiencia del sistema PLC.

La velocidad de la conexión Wi Fi es inferior a la del PLC en interiores, pero es más alta que la del PLC cuando este tiene derivaciones.

Aunque la red de distribución eléctrica es un entorno adverso para la transferencia de datos, las técnicas de modulación empleadas por el sistema PLC, hacen posible que el ruido eléctrico y demás características propias de la transmisión de potencia, no sean impedimento para conseguir un enlace de datos confiable y con una velocidad aceptable.

El costo de los equipos necesarios en un enlace PLC, que es mayor que el de los sistemas tradicionales, se ve atenuado con el ahorro que significa evitar el tendido de cableado estructurado, y en cuanto a rendimiento, es mejor que un enlace Wi Fi.

Comparado con un enlace Wi Max, PLC no causa interferencia con ningún sistema de comunicación radioeléctrica, por lo que no se requieren permisos adicionales para su funcionamiento, ni instalación de costosas torres de transmisión.

CONCLUSIONES

Internet sobre PLC se muestra como una alternativa viable para dar cobertura a zonas rurales y alejadas de los centros urbanos, tomando en cuenta que se utilizará el mismo tendido eléctrico, por lo que no influirá la zona geográfica.

Mediante la utilización de la tecnología PLC se lograría disminuir la brecha tecnológica y educativa que existe entre la ciudad y las zonas rurales.

El envío de datos mediante la red eléctrica es una posibilidad en relación a los costos, pero puede presentar problemas de ruido o atenuación debido a la utilización de altas frecuencias.

Aunque esta tecnología es un poco antigua requiere de estudios en el área técnica, por ejemplo, en el de modulación, así se determina que se puede hacer para que las señales sean inmunes al ruido, posiblemente con el uso de equipos que reduzcan la incidencia de éstos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Barojas, S. (2005). *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud*. 7.
- Angulo Zavaleta, N. (2015). Impacto socio-económico del proyecto de electrificación rural «Pequeño Sistema Eléctrico Cospán Asunción» en la población del distrito de La Asunción 2006-2011. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1455>
- Antonio, C. de, & Bladymir, Y. (2016). *Estudio de la factibilidad técnica de la implementación de PLC (Power Line Communication) en la red de distribución eléctrica de Bogotá*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57970>
- ARCOTEL. (2016). *Reglamento títulos habilitantes de Telecomunicaciones y frecuencias*. LEXIS FINDER. https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/014_reglamento-otorgar-titulos-habilitantes-regimen-general-telecomunicaciones-espectro.pdf
- ARCOTEL. (2020). *Servicio de acceso a internet* (pp. 1-34). <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/BOLETIN-NOVIEMBRE-2020-25-11-2020.pdf>
- Asencios, H. A., Melendez, J. P., & Yucra, H. (2017). Diseño e implementación de una Red de área local con acceso a internet mediante la tecnología Power Line Communication (PLC). *Repositorio institucional – UNAC*. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/2503>
- Benalcázar, M. E., Barona, L., Valdivieso, Á. L., Vimos, V. H., Velastegui, D., & Santacruz, C. J. (2022). Educational Impact on Ecuadorian University Students Due to the COVID-19 Context. *Education Sciences*, 12(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3390/educsci12010017>
- Calle Peláez, J. T., & Rivera Loja, M. E. (2015). *Propuesta para la medición de la calidad del servicio de internet en la zona urbana de la ciudad de Cuenca aplicando la norma ISO 9001:2008, e identificación de los factores que influyen en la decisión de compra de los clientes caso: ETAPA EP* [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4193>
- CEPAL. (2021). Tecnologías digitales para un nuevo futuro. *Naciones Unidas, LC/TS* 2021(43), 99.

- Compras Públicas. (2022). *Sistema Oficial de Contrataciones Públicas*. Compras Públicas. <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/ResumenCalificacionesSubasta.cpe?id=xfW3ri84MYA2wJTMcm02AFLYYt9JKwouUP7WV5CzcnU>,
- González, J. L., Lozada, M., & Valencia, R. (2017). Viabilidad socioeconómica y tecnológica para la implementación de una red de internet con tecnología PLC en un municipio sin interconexión a la red eléctrica del país. [MasterThesis, Universidad de La Sabana]. En *Universidad de La Sabana*. <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/31247>
- Gutierrez, A. (2020). Panorama de mercado—Ecuador [Telecomunicaciones]. *TeleSemana.com*. <https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/ecuador/>
- Hernández, C. (2010). *Metodología para el diseño de enlaces satelitales*. 14, 16.
- IICA. (2020). *Al menos 77 millones de personas, sin acceso a internet de calidad en áreas rurales de América Latina y el Caribe*. IICA.INT. <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/al-menos-77-millones-de-personas-sin-acceso-internet-de-calidad-en-areas-rurales-de>
- Khowaja, M. H., Halepoto, I. A., & Memon, S. (2019). Design and tuning of digital power line carrier to improve network line parameters at high voltage transmission lines. *3C Tecnología_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 167-183. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2019.specialissue3.167-183>
- Lechtaler, A. C., Arzubi, A. A., Carmona, F., Foti, A., Fusario, R., Oliveros, A., Guibout, J. G., & Grin, G. K. (2017). *Las Comunicaciones en las Zonas Rurales: Posibles Soluciones para su Desarrollo*. 5.
- Lozano Rios, L. A. (2021). *Propuesta de plan de empresa para prestar servicios de telecomunicaciones a través de la tecnología Power Line Communications (PLC)*. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/37779>
- Merkulov, Anton. G., & Shuvalov, V. P. (2019). The Perspectives and Practice of PLC HomePlug AV Modems Application in the Network Devices and Industrial Tools. *2019 1st Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM)*, 46-49. <https://doi.org/10.1109/GPECOM.2019.8778575>

- NOVA. (2019). *Antenas de radiofrecuencia (RF): Características y suministradores- Electrónica*. [https://www.interempresas.net/Electronica/Productos/Antenas-de-radiofrecuencia-\(RF\).html](https://www.interempresas.net/Electronica/Productos/Antenas-de-radiofrecuencia-(RF).html)
- Peláez Aucay, E. A., & Jiménez Guamán, P. F. (2018). *Diseño de un Sistema de Medición y Monitoreo del Consumo de Energía por Circuitos en el Hogar, Mediante Tecnología de Comunicación por Línea de Potencia*. [BachelorThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7930>
- Peláez, C., & Tatiana, J. (2015). *Propuesta para la medición de la calidad del servicio de internet en la zona urbana de la ciudad de Cuenca aplicando la norma ISO 9001:2008, e identificación de los factores que influyen en la decisión de compra de los clientes caso: ETAPA EP*. 225.
- Pérez Romero, P. (2015). Tecnologías xDSL. *Polibits*, 31, 17-22. <https://doi.org/10.17562/PB-31-3>
- Prieto, M. (2011). *Espacios en disputa: El turismo en Ecuador*. Flacso-Sede Ecuador. https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=DQi3YSeI7vkC&oi=fnd&pg=PA29&dq=comunidad+cochasqui&ots=BJvzxZenNv&sig=f_SBUrd-77C-yeAvedHtPPFGqUs#v=onepage&q=comunidad%20cochasqui&f=false
- Restrepo, J. J. A. (2018). *ANÁLISIS DE TRANSMISIÓN DE DATOS USANDO PLC SOBRE REDES ELÉCTRICAS DE BAJA CALIDAD*. 255.
- Selga, J. (2015). PLC, Internet por la red eléctrica. *Revista Energía (Magazine)*, ISSN: 0210-2056.
- TPLINK. (2020). *Tp-link TL-WPA8630 Manuals | ManualsLib*. <https://www.manualslib.com/products/Tp-Link-Tl-Wpa8630-4233625.html>
- Veglia, J. E. (2018). *Sistemas de comunicación robustos para infraestructuras avanzadas de medición de energía implementadas sobre PLC (power line communications)*. <http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/27884>
- Vite, R. (2013). *Estudio y diseño de una red de área local bajo tecnología de comunicación por red eléctrica (PLC) para el laboratorio de electricidad de la facultad de educación técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Guayaquil*. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UCSG_26ebcb8074557a0c8ce7c1c8424f15e7